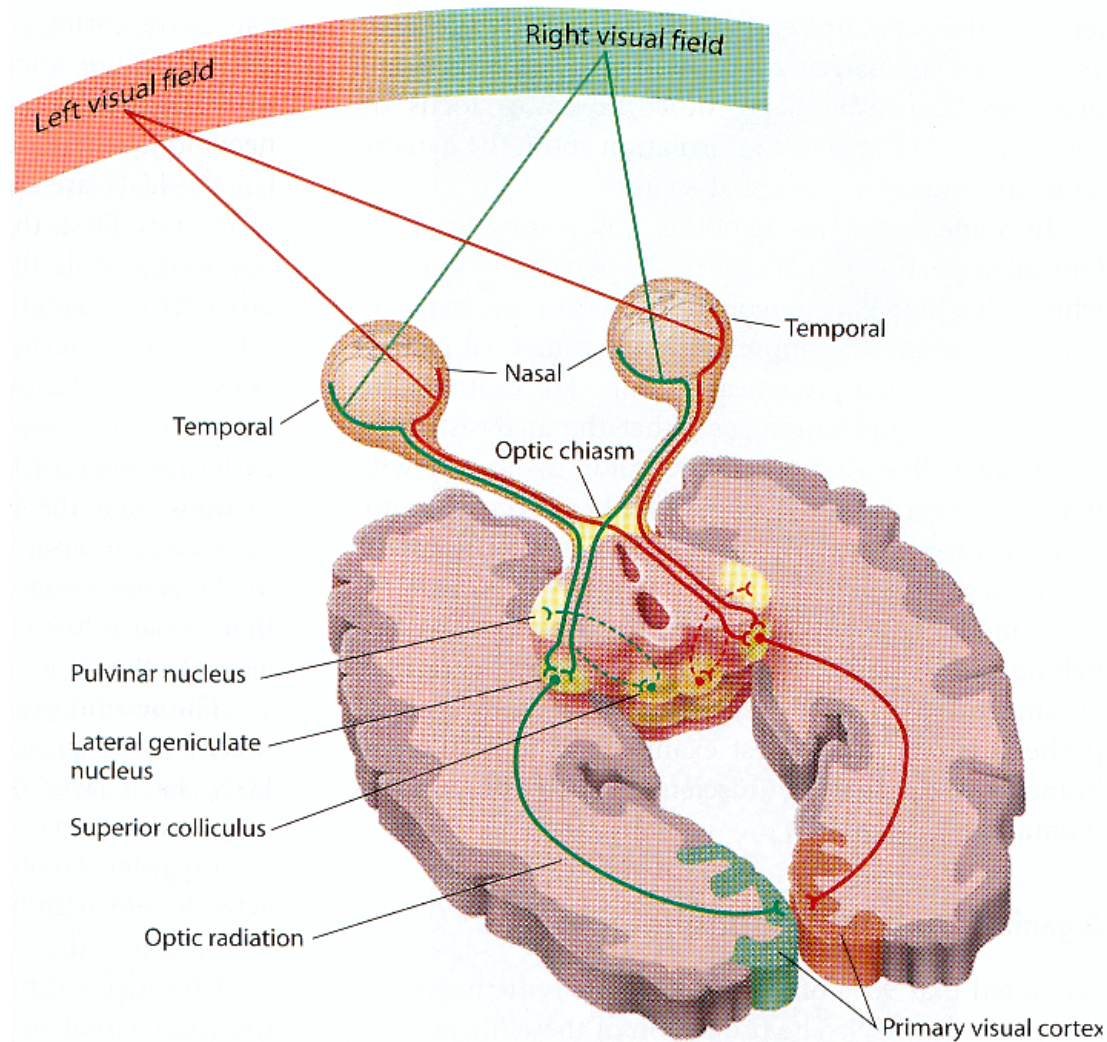


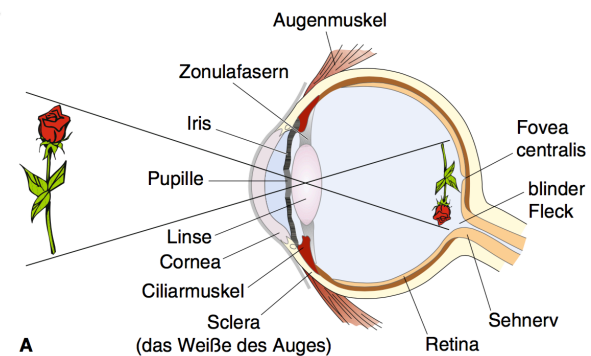
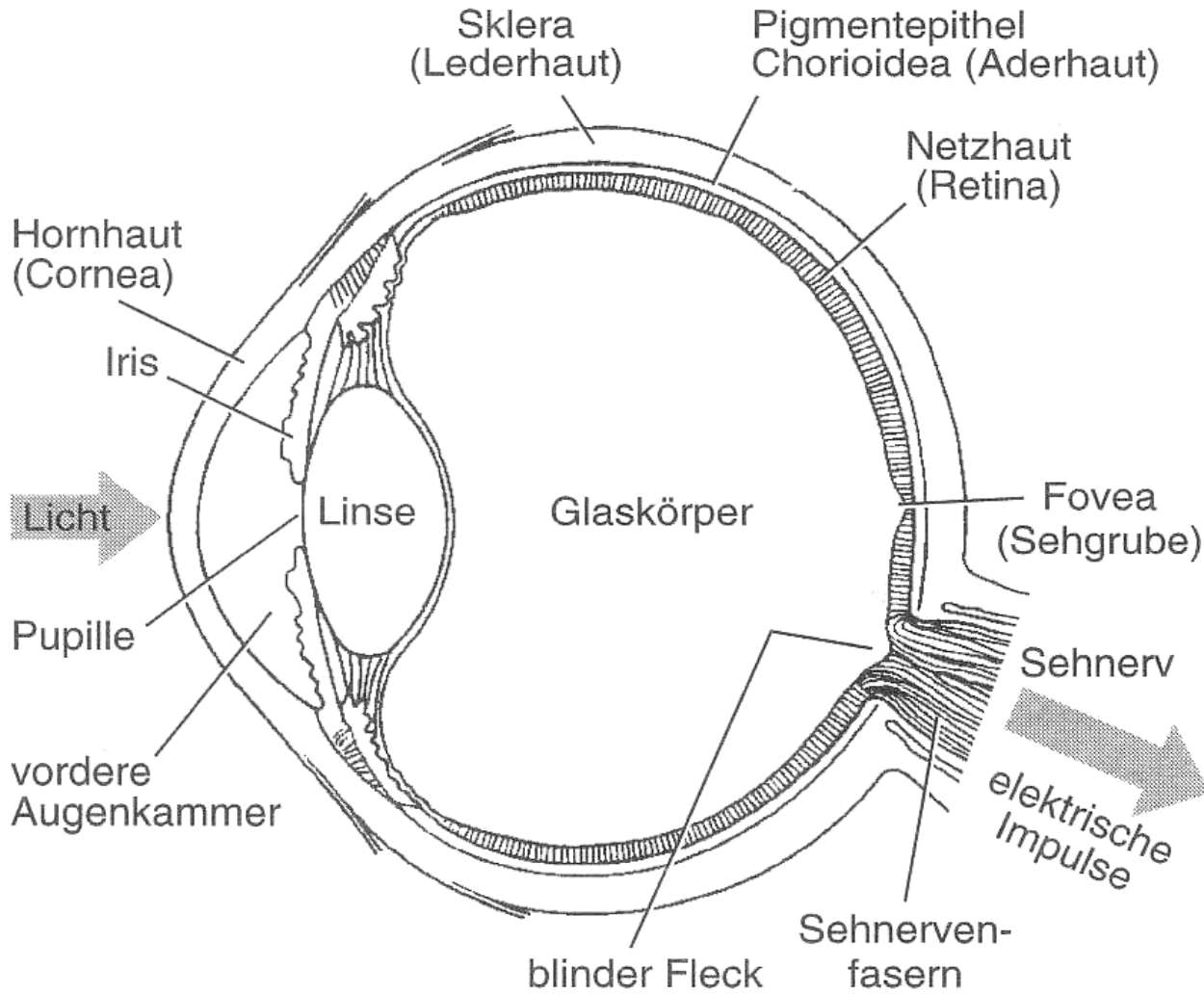
Das visuelle Wahrnehmungssystem

- Grobaufbau
- Das Auge
- Hell-Dunkel Wahrnehmung
- Farbwahrnehmung
- Objektwahrnehmung und Organisationsprinzipien von Perzeption und Kognition
- Tiefen- und Grössenwahrnehmung
- Täuschungen
- Ökologische Wahrnehmung

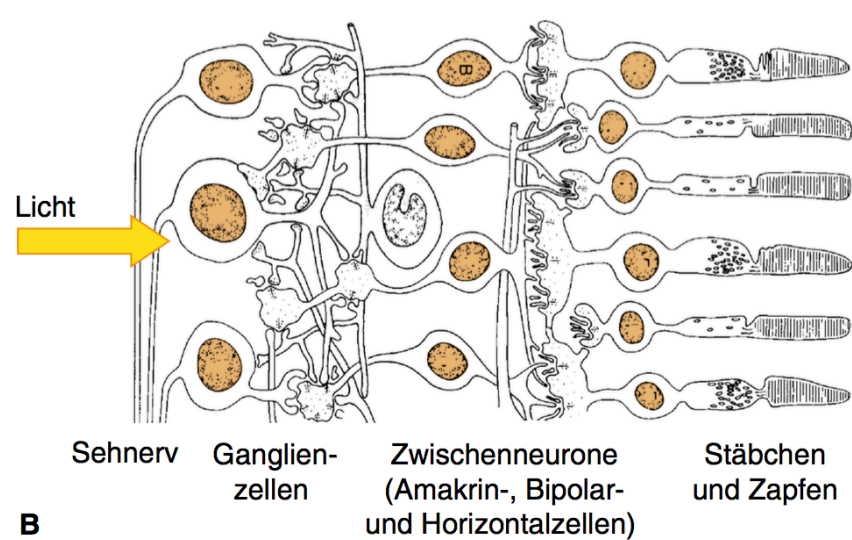
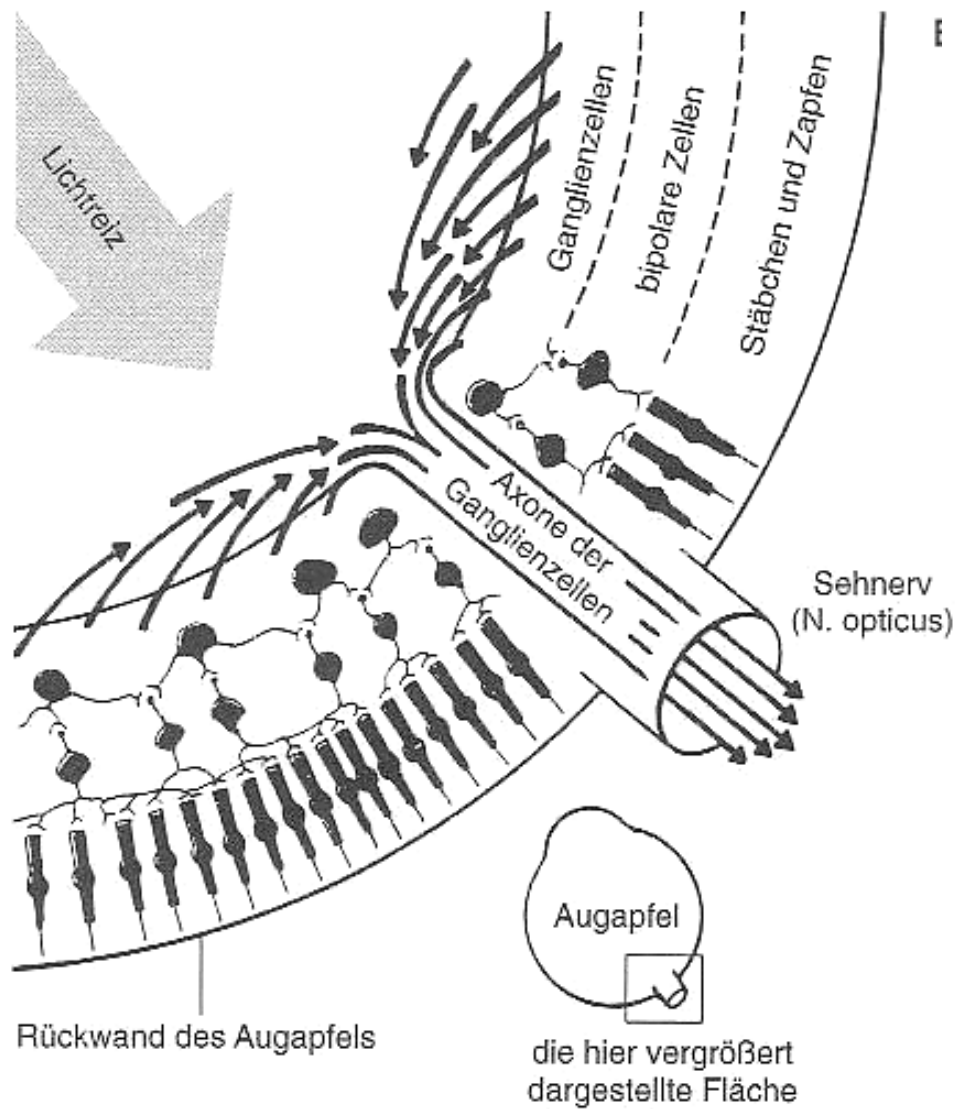
Visuelles System: Grobaufbau



Das Auge

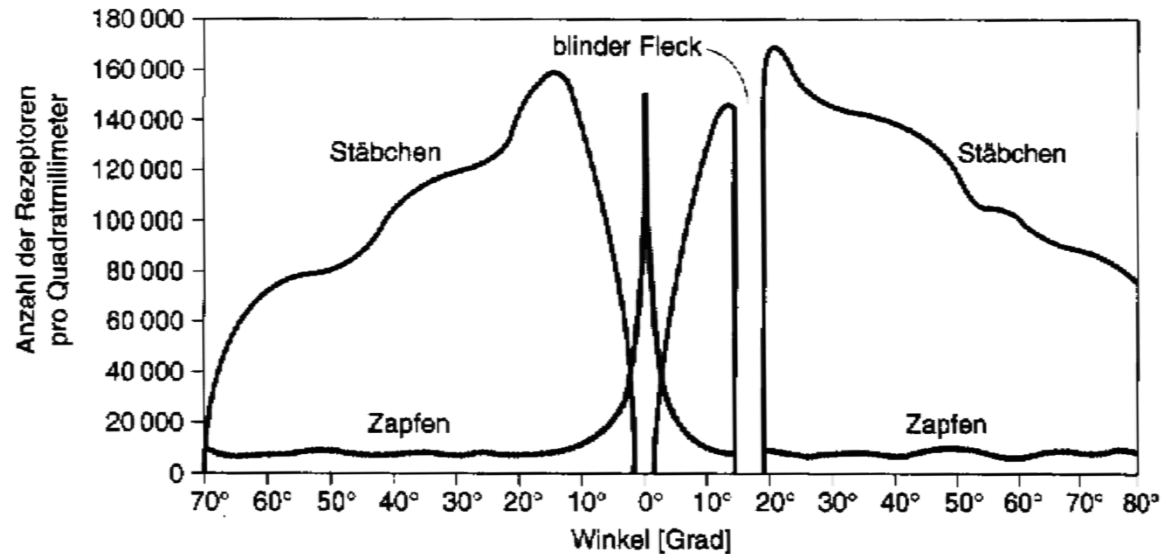
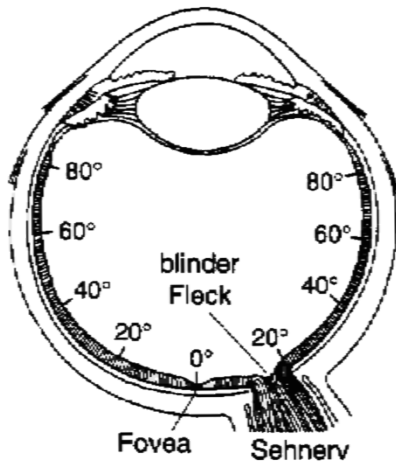


A



4.4 Übersicht über die Schichtung der Retina (A) und die prinzipielle unterschiedliche neuronale Verschaltung der Stäbchen und Zapfen in der Retina (B).

Retina: Verteilung von Rezeptoren



4.6 Die Verteilung von Stäbchen und Zapfenrezeptoren in der Netzhaut Dargestellt ist die Dichte der Stäbchen und Zapfen für einen horizontalen Schnitt durch das linke Auge in Höhe der Fovea und des blinden Flecks als Funktion des Abstandes (in Grad) vom Zentrum der Fovea.

Hell-Dunkel-Wahrnehmung

- Das Auge braucht einige Minuten, um sich an Änderungen der Helligkeit anzupassen (**Adaptation**)
- Die beiden Rezeptortypen adaptieren dabei unterschiedlich schnell (Zapfen, ~ 2-3 min, Stäbchen, ~ 15 min)

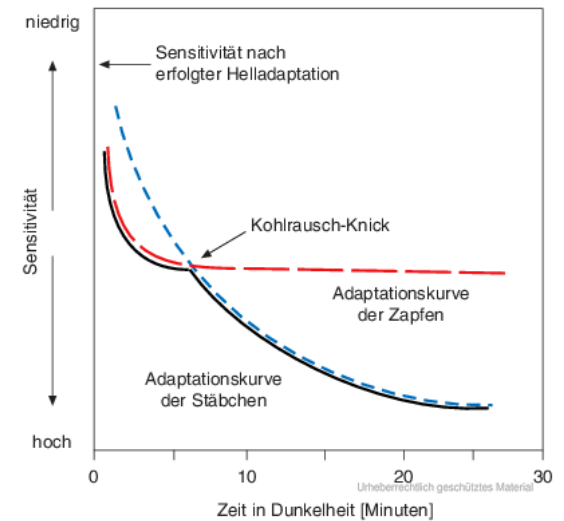


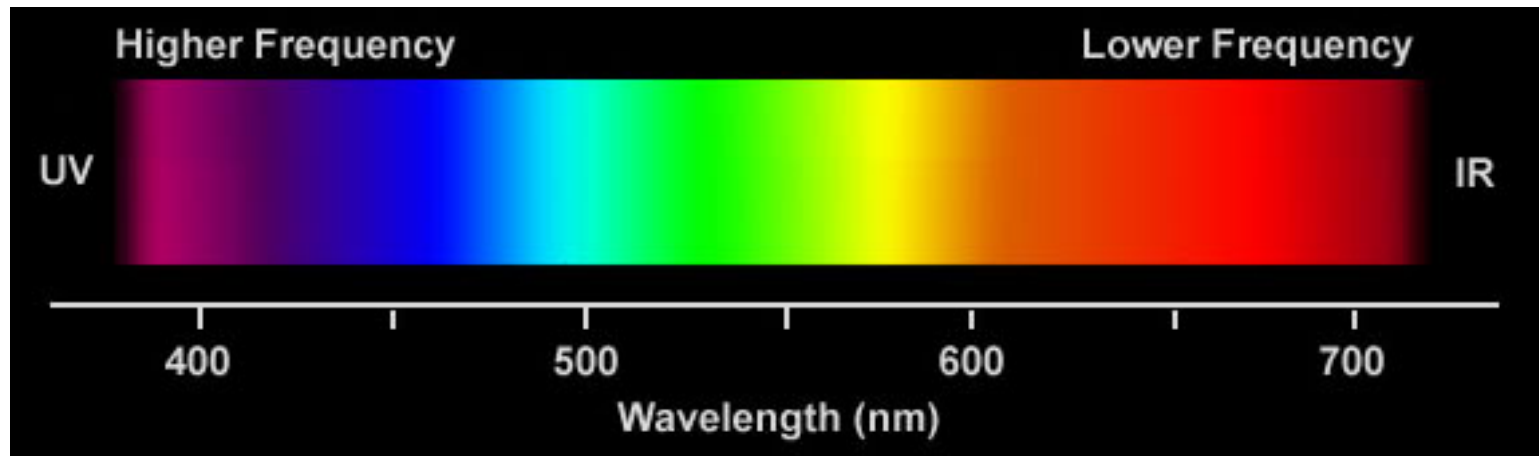
Abb. 2.10 Dunkeladaptationskurven der Stäbchen und Zapfen. Die durchgezogene Linie zeigt die aus beiden Kurven resultierende Adaptationskurve mit dem Kohrausch-Knick

Farbwahrnehmung

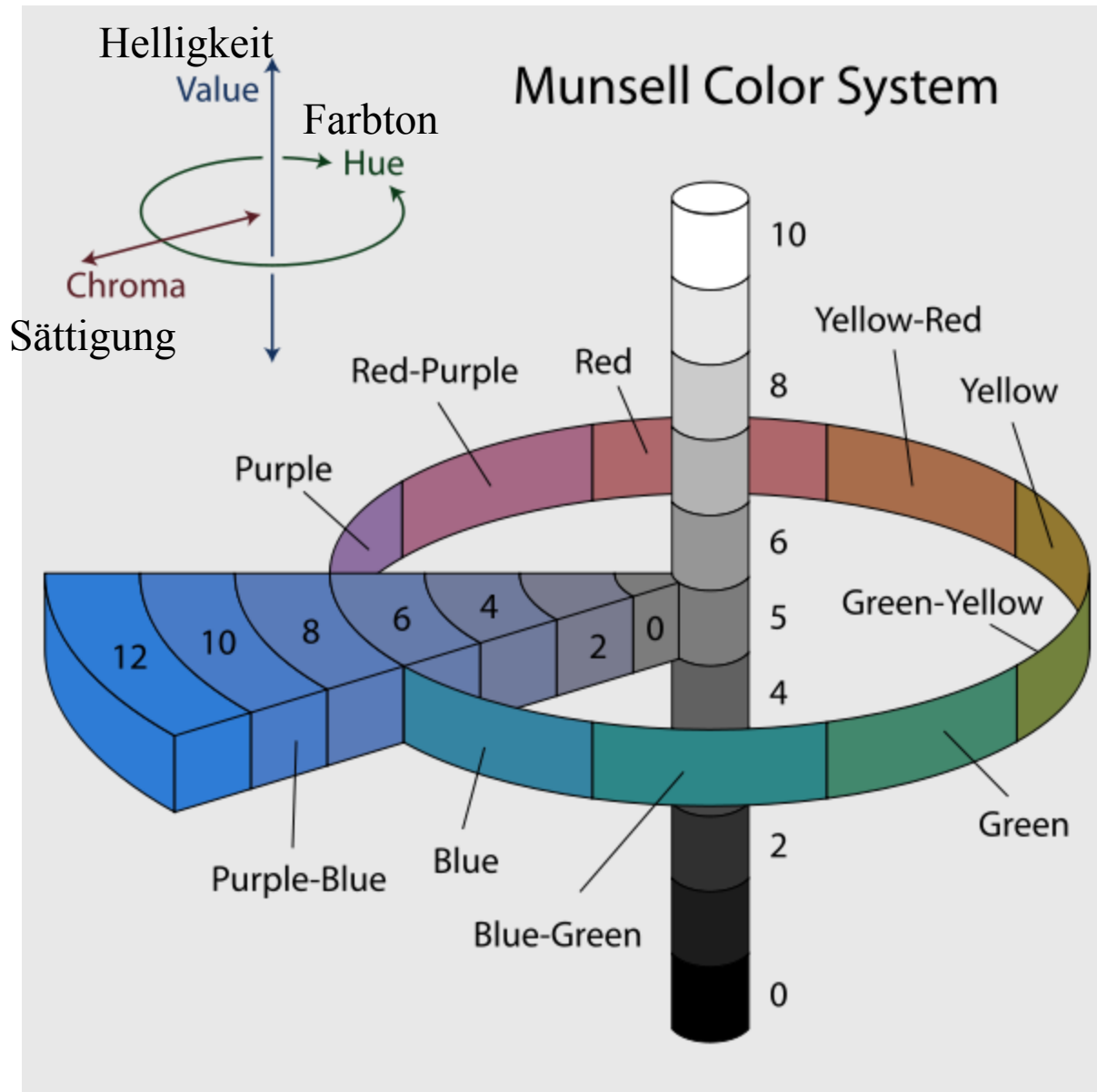
- Das Auge ist sensitiv für Wellenlängen von ca. 400-750 nm. (jnd \sim 2 nm). \rightarrow rund 150 Farbtöne können unterschieden werden
- 3 Dimensionen (Farbton, Helligkeit, Sättigung) bestimmen das Modell des Farbraumes
- Dreifarbentheorie von Thomas Young (1802) und Hermann von Helmholtz (1852): Jede von uns wahrnehmbare Farbe lässt sich durch Kombination von Licht von nur 3 verschiedenen Wellenlängen herstellen (rot, grün, blau)

Farbwahrnehmung – der Reiz

- Das Auge ist sensitiv für Wellenlängen von ca. 400-750 nm. (jnd \sim 2 nm). \rightarrow rund 150 Farbtöne können unterschieden werden

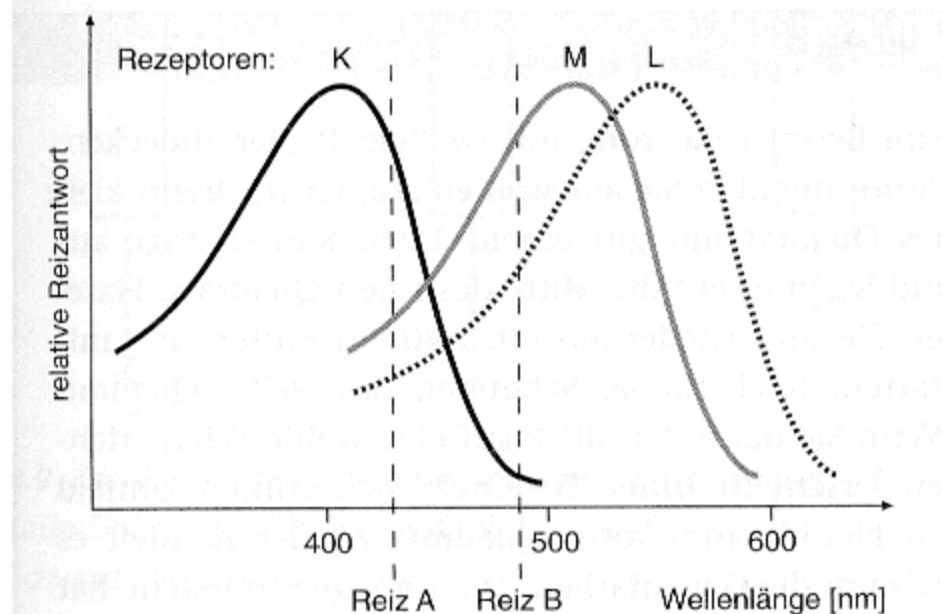


- 3 Dimensionen (*Farbton, Helligkeit, Sättigung*) bestimmen das Modell des Farbraumes

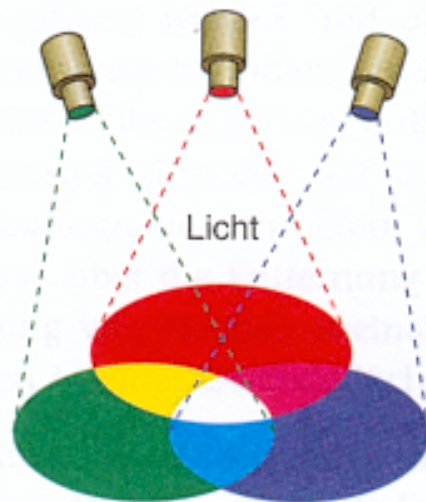


Das Munsell Farbsystem. Hier: ein Kreis von Farbtönen der Helligkeit 5 und Sättigung 6; die Neutralwerte mit Helligkeit 0-10, und die verschiedenen Sättigungen von violett-blau bei Helligkeit 5

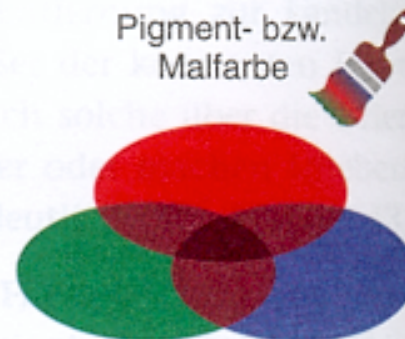
Responsefunktionen der Zapfentypen



4.8 Die Dreifarbentheorie Dargestellt sind die Rezeptorempfindlichkeitskurven der drei Zapfentypen, K für kurzwelliges, M für mittel- und L für langwelliges Licht. Die Reizantwort der drei Zapfentypen auf einen vorgegebenen Reiz von ca. 440 nm (A) ergibt sich aus den Schnittpunkten der Senkrechten in diesem Punkt mit den Empfindlichkeitskurven, und es lässt sich die relative Reaktion an der Abszisse ablesen.



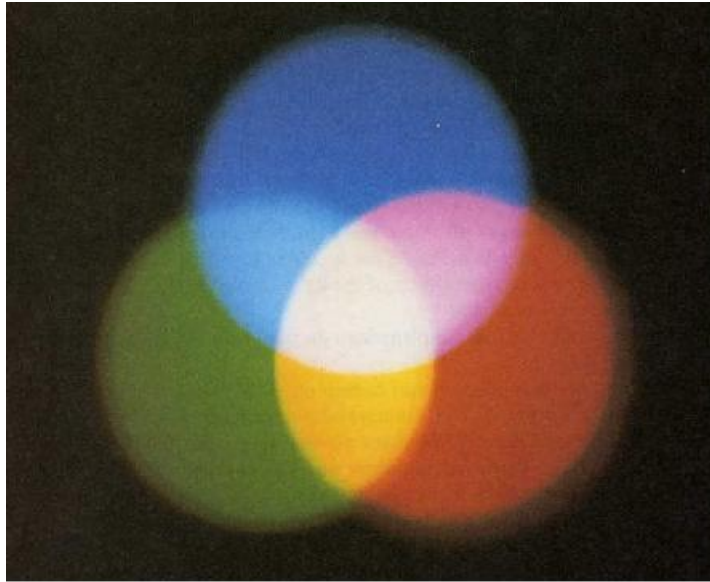
**additive
Farbmischung**



**subtraktive
Farbmischung**

Farbtafel 4.III Additive und subtraktive Farbmischung

Bei der additiven Farbmischung (links), der Mischung farbiger Lichter, führt die Mischung von rot und grün zu gelb; grün und purpur erscheinen blau und so weiter, die Mischung aller Farben des Spektrums erscheint wieder weiß. Bei der subtraktiven Farbmischung (rechts), der Mischung von Pigmentfarben oder Farbfilttern, führt die Mischung von gelb und (grünlichem) blau zu grün; rot und blau erscheinen violett bis purpur, und gelb und rot ergibt orange. Die Mischung von Komplementärfarben erscheint mehr oder weniger schwarz.



- Dreifarbentheorie von Young (1802) und von Helmholtz (1852): Jede wahrnehmbare Farbe lässt sich durch Kombination von Licht von nur 3 verschiedenen Wellenlängen herstellen (rot, grün, blau)
- Warum? Das Farbempfinden hängt von der Kombination, der relativen Aktivierung der 3 Zapfentypen (S, M, L) ab

Dreifarbentheorie nach Young und Helmholtz erklärt, warum...

1. ...wir Licht verschiedener Wellenlänge unterscheiden können.
2. ..eine Mischung dreier verschiedener Wellenlängen die gleiche Farbe erzeugen kann wie eine monochromatische Wellenlänge: Beide können alle 3 Rezeptortypen aktivieren und das Verhältnis ihrer Aktivierung bestimmt die Farbwahrnehmung.
3. ..verschiedene Formen der Farbenblindheit auftreten (Fehlen eines oder mehrerer Rezeptortypen).

Gegenfarbentheorie nach Karl Ewald Hering (1834-1918)

- Alle wahrnehmbaren Farben lassen sich mit 4 Farbempfindungen (rot, grün, gelb, blau) beschreiben
- Dabei sind rot/grün und gelb/blau perzeptuelle Gegensatzpaare oder „Komplementärfarben“
- hell/dunkel bildet ein weiteres Gegensatzpaar
- Evidenz: Farbige Nachbilder, Simultankontrast



Retinale Farbenfehlsichtigkeit

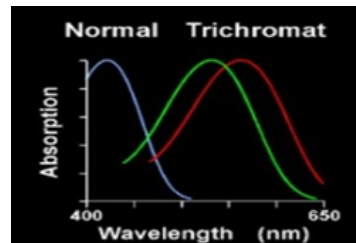


Normalsichtig

Häufigkeit
aller Formen
von Rot-Grün
Schwäche:

♂ : ca. 5 - 8%

♀ : ca. 0.5 - 1%



Deuteranopie (no M-cone)

♂ : 1%

♀ : 0.01%



Tritanopie (no S-cone)

♂ : < 0.01%

♀ : < 0.01%



Protanopie (no L-cone)

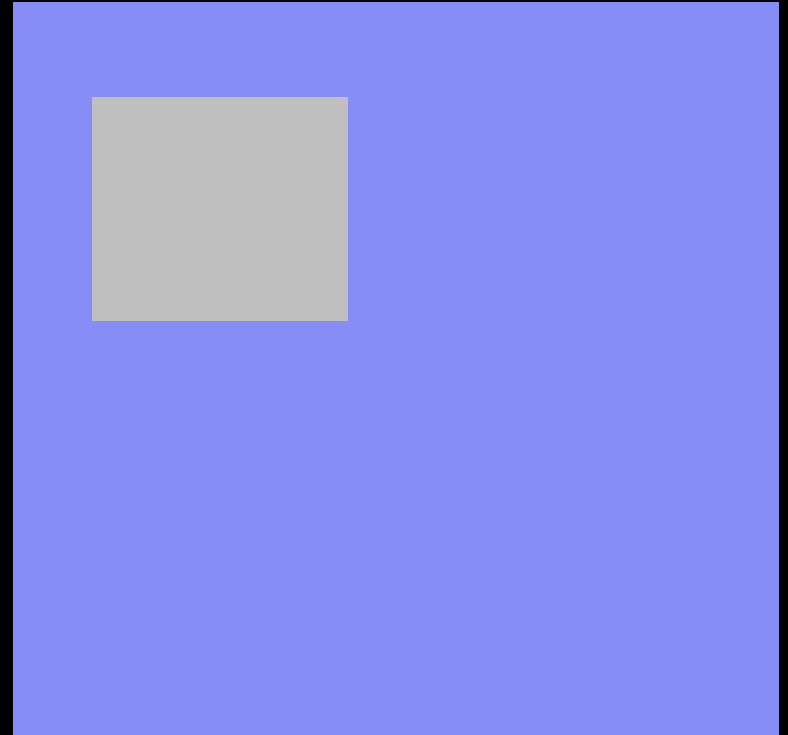
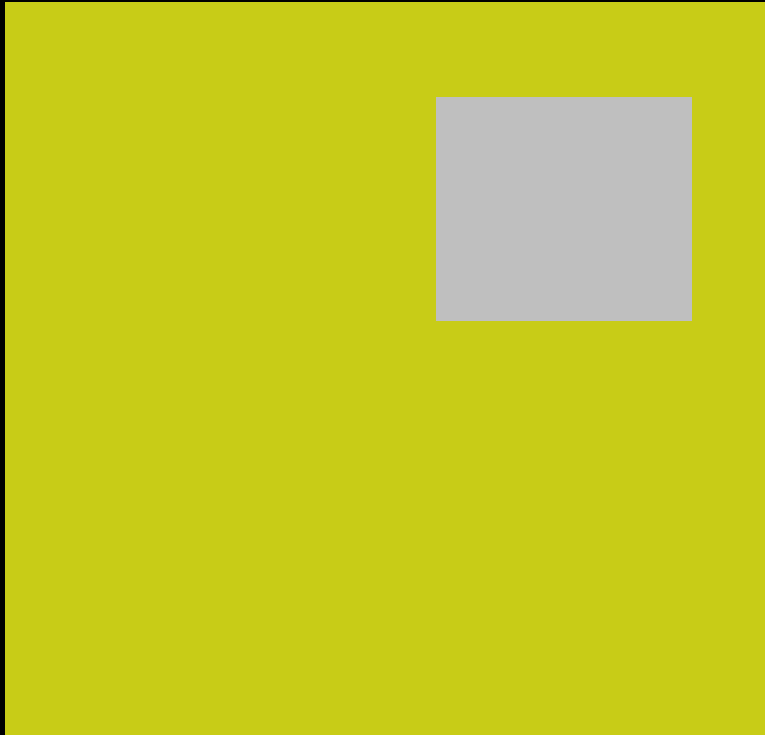
♂ : 1%

♀ : 0.02%

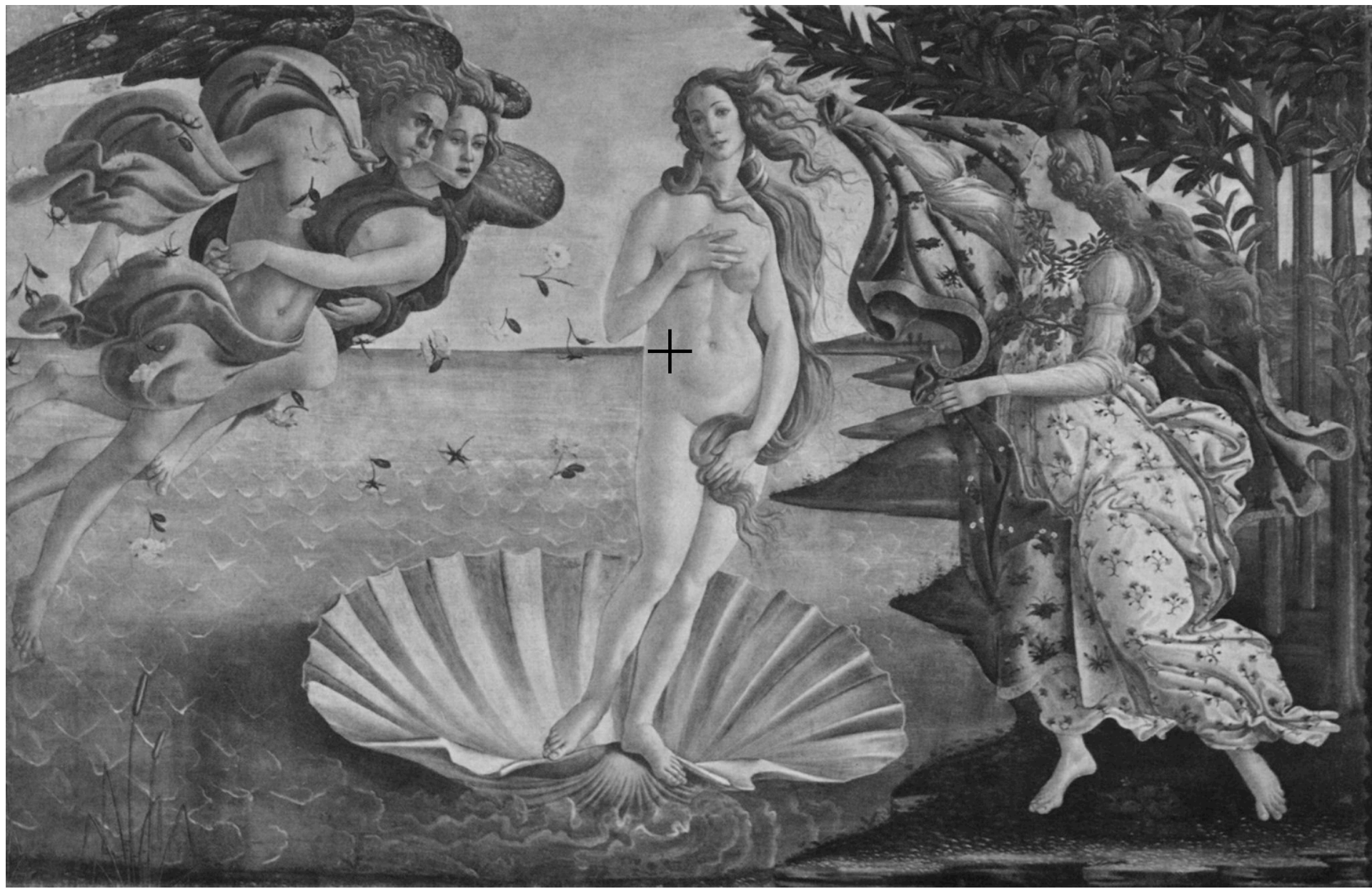
Simulationen mithilfe von: <http://vischeck.com>

Simultankontrast

Welches der inneren Quadrate ist bläulicher? Welches ist heller?







Von Dreifarben- bzw. Gegenfarbentheorie zur Zweistufentheorie der Farbwahrnehmung

- In der ersten Stufe, in der Retina, arbeiten drei Typen von Zapfen genau gemäss der Dreifarbentheorie
- In einer zweiten Stufe, (in der Retina, dem CGL – Corpus geniculatum laterale, und z.T. dem visuellen Cortex) werden diese Signale von nachgeschalteten Gegenfarbeneinheiten weiterverarbeitet.

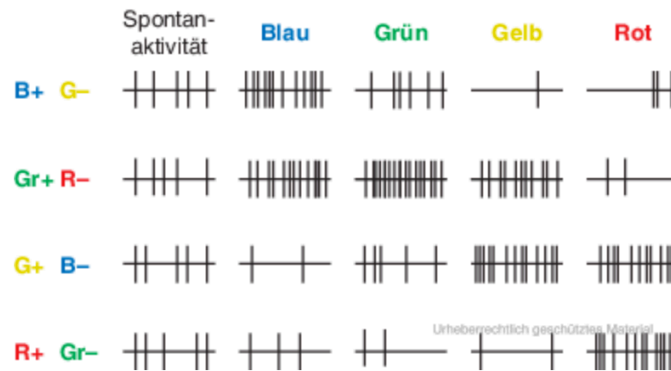


Abb. 2.13 Mögliche Entladungsraten von Gegenfarbeneinheiten im CGL des Rhesusaffen über die Zeit. Die Zelle B+G⁻ reagiert z. B. mit einer vermehrten Aktivität auf eine Reizung mit blauem Licht, während sie auf eine Reizung mit gelbem Licht eher inhibiert wird. (Nach DeValois und Jacobs 1968)

Kontrollfragen

1. Erklären Sie die Begriffe „Fovea“ und „blinder Fleck“.
2. Welche Neuronenschichten der Retina/Netzhaut unterscheiden wir? Was ist das besondere an der Lage der Rezeptoren in der Retina?
3. Welche Rezeptortypen der Retina kennen Sie und was sind deren Charakteristika? Wie sind sie über die Retina verteilt?
4. Wie viele verschiedene Farbtöne (in etwa) können Menschen unterscheiden?
5. Welche drei Dimensionen bestimmen das Modell des Farbraumes?
6. Erläutern Sie die Dreifarbentheorie der Farbwahrnehmung nach Helmholtz und die Gegenfarbentheorie nach Hering.
7. Lassen sich diese gegensätzlichen Theorien der Farbwahrnehmung (Dreifarbentheorie und Gegenfarbentheorie) in ein gemeinsames Modell integrieren? Falls ja, wie?
8. Was versteht man unter „Simultankontrast“?